

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 58-031609

(43)Date of publication of application : 24.02.1983

(51)Int.Cl.

H03H 9/24

H03H 3/02

H03H 9/17

H03H 9/54

(21)Application number : 56-129685

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 19.08.1981

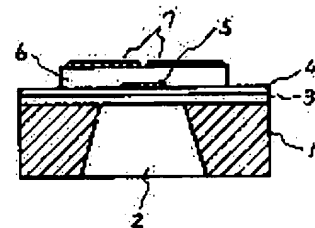
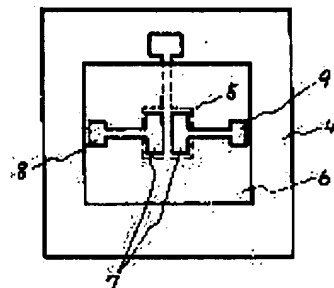
(72)Inventor : MIYASAKA YOICHI

## (54) THIN FILM PIEZOELECTRIC OSCILLATOR

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To increase attenuation at the outside of a band, by providing one thin film layer made of SiO<sub>2</sub> and Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> insulating material between a silicon thin film doping a boron with a high concentration and a piezoelectric thin film, and giving a partial electrode at the boundary between this insulating material and the piezoelectric thin film.

**CONSTITUTION:** On the surface of (100) silicon substrate 1, a silicon layer 3 having  $1 \times 10^{20}/\text{cm}^3$  boron density is grown by  $2\mu\text{m}$  thickness, and an SiO<sub>2</sub> thin film 4 having  $3,000\text{\AA}$  thickness is formed on the layer 3 by the sputtering method and on the SiO<sub>2</sub> thin film, Au is vapor-deposited by  $2,000\text{\AA}$  thickness by taking Cr as a background to constitute a desired ground electrode pattern 5 with the photolithography, and then a ZnO thin film 6 having  $11\mu\text{m}$  thickness is formed with the sputtering method and an Al electrode 7 is formed on the ZnO thin film with the lift-off. Finally, etching is carried out from the back side of the substrate with an aq. solution of KOH by taking an Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> formed on the silicon as a mask to form the vacant hole of oscillating part.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑪ 日本国特許庁 (JP)

⑫ 特許出願公開

⑬ 公開特許公報 (A)

昭58—31609

⑭ Int. Cl.<sup>3</sup>

H 03 H 9/24  
3/02  
9/17  
9/54

識別記号

庁内整理番号

7190—5 J  
7190—5 J  
7190—5 J  
7190—5 J

⑮ 公開 昭和58年(1983) 2月24日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 4 頁)

⑯ 薄膜圧電振動子

東京都港区芝五丁目33番1号日

本電気株式会社内

⑰ 特 願 昭56—129685

⑱ 出 願 人 日本電気株式会社

⑲ 出 願 昭56(1981) 8月19日

東京都港区芝5丁目33番1号

⑳ 発 明 者 宮坂洋一

㉑ 代 理 人 弁理士 内原晋

明 細 書

発明の名称 薄膜圧電振動子

特許請求の範囲

ホウ素を高濃度にドーピングしたシリコン薄膜と圧電薄膜とからなる振動部位を持ち、振動部位にあたる部分をエッチングによって取り除いた基板によって外縁部を支持した構造の薄膜圧電振動子において該シリコン薄膜と圧電薄膜との間に、絶縁材料の薄膜の層を有することを特徴とする薄膜圧電振動子。

発明の詳細な説明

本発明は圧電薄膜を用いたVHF, UHF用高周波圧電振動子に關し、特にホウ素を高濃度にドーピングしたシリコン薄膜と圧電薄膜との組合せからなる複合構造の振動部位を有する薄膜圧電振動子に關するものである。

一般に数十MHz以上のような高い周波数で使用

される圧電振動子は、振動モードとして板面が厚さに比して十分広い薄板の厚み振動を使用する。

厚み振動の共振周波数は厚さに反比例するので高い周波数で使用するためには厚さを薄くしなければならない。しかし、厚さが40ミクロン程度以下になると平行平面研磨などの加工が非常に難しくなり、したがってバルク結晶或いはセラミックを用いると基本共振周波数で50MHz以上の厚み振動圧電振動子を達成することは困難である。これに対して、バルク結晶或いはセラミックの奇数次の高調波を使用すれば、同じ厚みで基本波の3倍、5倍、…等の共振周波数が得られ、これはオーバートーン振動子として発振器などに使われている。しかし、第n次の高調波を用いた場合の容量比は基本波の容量比 $\tau$ の $n^2$ 倍となり、このとき共振周波数と反共振周波数の間隔と共振周波数との比は、ほぼ $1/2\tau n^2$ となる。したがって高調波を使ったのでは容量比の増大に伴ってフィルタの比周域幅及び発振器の制御範囲が狭くなりすぎる結果を招き、これまた実用に適さないことが多

くなる。

高調波を用いる他の方法は、基板の上に圧電薄膜を作成し圧電薄膜の厚さが半波長となる共振モードに於いて基板を高次振動させるものであり、この場合基板の厚さが半波長の整数倍に等しいときに容量比は最小値を持つが、この容量比の最小値は共振モードが高次になるに従ってやはり増大する。この方法に於いても基板を薄くすることができないために、50 MHz以上の周波数ではかなり高次の共振モードを用いることになり、したがって基板の厚さを半波長の整数倍に一致させたとしても容量比が大きいためフィルタの比帯域幅及び発振部の制御範囲は狭くなり実用に適さない。

振動部分の厚さを薄くして容量比の小さな圧電振動子を得る方法としては、たとえば特許公告昭46-25579に於いて提案されているようにシリコン、水晶などの基板上に $SiO_2$ のような絶縁材料の薄膜と圧電薄膜とを層状に作成し、振動子として使用する部分の基板をエッチングによって除去することにより、振動部分は $SiO_2$ のような絶

縁膜を用いれば、(100)面のエッチング速度に比較して(111)面のエッチング速度が非常に小さいというエッチングの異方向性を示し、したがって面方向へのエッチングの進みが極めて小さく振動部分の空孔を寸法精度良く作成することができるためである。したがって薄膜材料としては前述のKOH、エチレンジアミンのようなエッチング液に侵されにくいような材料に限定されるが $SiO_2$ 、 $Si_3N_4$ などの材料に比べて、シリコン基板表面への形成が容易であること、機械的強度が高いこと、音響的クォリティー・ファクタQが大きいことなどの理由から圧電薄膜と組合せる薄膜材料としてはホウ素を高濃度にドーブしたシリコン薄膜が最も優れている。

したがって振動部位がホウ素を高濃度にドーブしたシリコン薄膜と圧電薄膜とからなる薄膜圧電振動子は、上記のことからわかるように機械的強度が高く、音響的クォリティー・ファクタQが大きいという大きな特長を有する。しかしホウ素を高濃度にドーブしたシリコン薄膜は導電率が非常に

低材料の薄膜と圧電薄膜とからなり、外縁部を基板によって支持された構造の薄膜圧電振動子が知られている。このような薄膜圧電振動子は、その振動部分を得くので、50 MHz以上数千MHzに及ぶ周波数においても基本振動或いは第2次、第3次などの低次の高調波振動を使用することができ、したがって広い比帯域のフィルタ及び制御範囲の広い発振器を実現することができる。

しかし上記のような薄膜圧電振動子の機械的強度及び音響的クォリティー・ファクタQは低く、この点の改善が望まれていた。その後これらの特性が改善された薄膜圧電振動子として振動部分において圧電薄膜と組合せる薄膜材料としてホウ素を高濃度にドーブしたシリコン薄膜を用いた振動子が提案された。

この提案でホウ素を高濃度にドーブしたシリコン薄膜を用いた理由は次のとおりである。

一般に基板に用いる材料としては表面が(100)面であるようなシリコンが使用される。なぜならば例えばKOH、エチレンジアミンのようなエッチン

グ液を用いれば、(100)面のエッチング速度に比較して(111)面のエッチング速度が非常に小さいというエッチングの異方向性を示し、したがって面方向へのエッチングの進みが極めて小さく振動部分の空孔を寸法精度良く作成することができるためである。したがって薄膜材料としては前述のKOH、エチレンジアミンのようなエッチング液に侵されにくいような材料に限定されるが $SiO_2$ 、 $Si_3N_4$ などの材料に比べて、シリコン基板表面への形成が容易であること、機械的強度が高いこと、音響的クォリティー・ファクタQが大きいことなどの理由から圧電薄膜と組合せる薄膜材料としてはホウ素を高濃度にドーブしたシリコン薄膜が最も優れている。

したがって振動部位がホウ素を高濃度にドーブしたシリコン薄膜と圧電薄膜とからなる薄膜圧電振動子は、上記のことからわかるように機械的強度が高く、音響的クォリティー・ファクタQが大きいという大きな特長を有する。しかしホウ素を高濃度にドーブしたシリコン薄膜は導電率が非常に

明によれば圧電薄膜の両面の電極は共に部分電極とすることが可能であり、したがって帯域外減衰量が大きく、周波数特性上にリップルのない良好な薄膜圧電振動子を得ることができる。

以下、実施例にしたがって本発明を詳細に説明する。

第1, 2図は本発明の薄膜圧電振動子を利用したエネルギー閉じ込め二重モードフィルタの構造を示す。第1図は平面図、第2図は断面図である。第1, 2図において1は表面が(100)面であるようなシリコン基板、2はエッチングによって基板1に設けた空孔であり、3は拡散、エピタキシャル成長あるいはイオン注入によって形成したホウ素を高濃度にドーブしたシリコン薄膜である。4は本発明の最たる特徴とするところの絶縁材料膜であり、たとえば $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ などの薄膜をスペッタリング法、CVD法などの方法で形成する。5は絶縁材料膜4の上に形成したグラウンド電極である。6は圧電薄膜であり、材料としては酸化亜鉛( $\text{ZnO}$ )を用いた。 $\text{ZnO}$ はスペッタリング法、

CVD法、イオン・ブレーティング法などによってC軸が基板面に対して垂直に配向した薄膜を再結晶性良く作成でき、しかも高い抵抗率を持った薄膜となる特長を有している。さらに $\text{ZnO}$ に関しては厚みたて振動モードのエネルギー閉じ込めが可能なることも知られている。7は圧電薄膜上に形成した電極であり、一方は入力端子8に、他方は出力端子9に接続されている。

以下に実際に行なった製造工程を述べ、本実施例を具体的に説明する。(100)シリコン基板表面にホウ素の濃度が $1 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ であるようなシリコン層を2 $\mu\text{m}$ 成長させ、この上にスペッタリング法によって3000Åの $\text{SiO}_2$ 薄膜を形成した。 $\text{SiO}_2$ 薄膜上にCrを下地にしてAuを2000Å蒸着しフォトリソグラフィにより所定のグラウンド電極パターンとした。次にスペッタリング法によって11Åmの $\text{ZnO}$ 薄膜を形成し、 $\text{ZnO}$ 薄膜上にリフト・オフによってAlの電極を形成した。最後にシリコン基板の裏面に形成した $\text{Si}_3\text{N}_4$ 薄膜をマスクとしてKOH水溶液によって基板の裏面か

らエッチングをし振動部分の空孔を形成した。以上のようにして作成したフィルタは第3図に示すごとく予想通り約280MHzを中心周波数とする帯域通過フィルタ特性を示した。この際シリコン薄膜と $\text{ZnO}$ 薄膜との間に $\text{SiO}_2$ 層を持たない構造のフィルタを同様の工程で製造した。このフィルタの周波数特性を第4図に示す。第3図及び第4図から判かるとおり $\text{SiO}_2$ 層を持たない構造のフィルタでは特に高周波側での帯域外減衰量が低下しており、また周波数特性にリップルが顕著に見られるのに対し、シリコン薄膜と $\text{ZnO}$ 薄膜との間に $\text{SiO}_2$ 層を有する構造のフィルタでは帯域外減衰量が大きく、リップルはほとんど見られず、本発明の有用性が実証された。

以上のように本発明に従えばUHF, VHF帯域に於いて、機械的損失が高く、音響的なクオリティファクタQが大きく、しかも帯域外減衰量が大きく周波数特性にリップルのない薄膜圧電振動子が提供できる。

#### 図面の簡単な説明

第1, 2図は本発明の一実施例であるエネルギー閉じ込め二重モードフィルタの構造を示し、第1図は平面図、第2図は断面図である。図において、1は表面が(100)面であるようなシリコン基板、2はエッチングによって基板に作成した空孔である。3はホウ素を高濃度にドーブしたシリコン薄膜、4は絶縁材料の薄膜である。5はグラウンド電極、6は圧電薄膜、7は上層電極、8は入力電極、9は出力電極である。

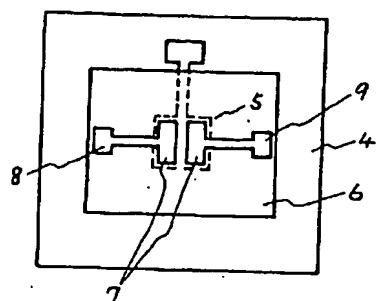
第3図は本発明の実施例であるエネルギー閉じ込め二重モードフィルタの周波数特性を示す。横軸はMHz単位で表わした周波数であり、縦軸はdB単位で表わした減衰量である。

第4図は従来の構造のエネルギー閉じ込め二重モードフィルタの周波数特性を示す。

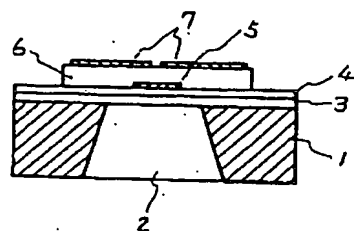
代理人 弁理士 内原 賢



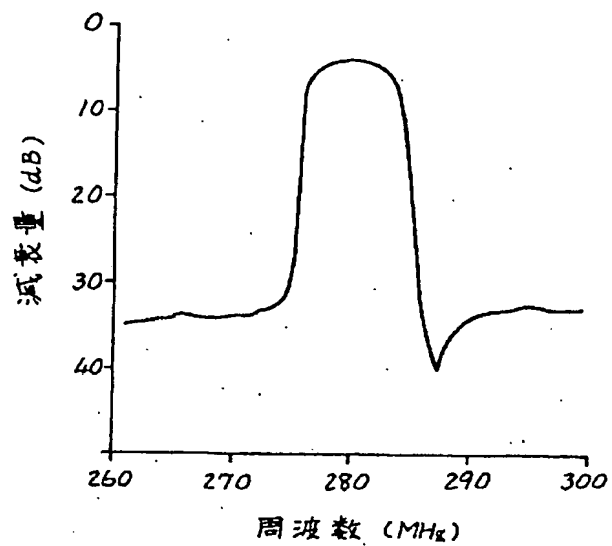
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第 4 図

